

VŠB – Technická univerzita Ostrava

Fakulta strojní

Katedra výrobních strojů a konstruování

Diagnostika – přístroje, měřidla, pomůcky

The Diagnostics - Equipment, Meters, Tools

Student: **Ivo Rozsypálek**

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Blata**

Ostrava 2010

VŠB - Technická univerzita Ostrava
Fakulta strojní
Katedra výrobních strojů a konstruování

Zadání bakalářské práce

Student: **Ivo Rozsypálek**
Studijní program: B2341 Strojírenství
Studijní obor: 2301R023 Technická diagnostika, opravy a udržování
Specializace: 70 Technická diagnostika, opravy a udržování
Téma: Diagnostika – přístroje, měřidla, pomůcky.
The Diagnostics - Equipment, Meters, Tools.

Zásady pro vypracování:

Zpracujte ve formě studie návrh využití metod diagnostiky ke kontrole technického stavu zařízení v podmínkách provozu daného podniku za využití dostupných měřících přístrojů a metod.

V rámci zadání zpracujte:

1. Řešení a analýzu dané problematiky.
2. Ideově technický návrh řešení dané problematiky.
3. Zpracujte aplikaci na daný objekt.
4. Proved'te konkrétní provozní vyhodnocení.

Další bližší informace provede firma VÍTKOVICE, a.s.

Seznam doporučené odborné literatury:

TŮMA, J.: *Zpracování signálů získaných systémy z mechanických systémů užitím FFT*. Sdělovací technika Praha 1997, 174 s., ISBN 80-901936-1-7.

MILÁČEK, S.: *Měření a vyhodnocování mechanických veličin*. ČVUT v Praze 2001, 231 s., ISBN 80.01-02417-2

JENČÍK, J. – VOLF, J. A KOL.: *Technická měření*. ČVUT v Praze 2003, 212 s., ISBN 80-01-02138-6

HELEBRANT, F. – ZIEGLER, J.: *Technická diagnostika a spolehlivost – II. Vibrodiagnostika*. VŠB – TU Ostrava 2004, I. Vydání, 178 s., ISBN 80–248–0650–9,

Rozsah práce: cca. 30 stran textu mimo přílohy.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Jan Blata**

Datum zadání: 18.12.2009

Datum odevzdání: 21.05.2010



doc. Dr. Ing. Ladislav Kovář
vedoucí katedry



prof. Ing. Radim Farana, CSc.
děkan fakulty

Prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě:

.....

Rozsypálek Ivo

Prohlašuji, že

- byl jsem seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména §35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a §60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB – TUO) má právo nevýdělečné ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že jeden výtisk bakalářské práce bude uložen v Ústřední knihovně VŠB – TUO k prezenčnímu nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o bakalářské práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB – TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB – TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu §12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB – TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB – TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 20. 5. 2010

Podpis

Jméno a příjmení autora práce: Ivo Rozsypálek

Adresa trvalého pobytu autora práce: Nad Zahradami 895, 687 71 Bojkovice

Anotace bakalářské práce

ROZSYPÁLEK, I. Diagnostika - přístroje, měřidla, pomůcky. Ostrava: Katedra výrobních strojů a konstruování, Fakulta strojní VŠB – Technická univerzita Ostrava 2010, 43 s. Bakalářská práce, vedoucí Blata J.

Bakalářská práce se zabývá využívanými metodami a tribotechnikou ve firmě Vítkovice Mechanika s.r.o. V první části je nastínění tribologie a otázek spojené s touto problematikou. Další bod se týká systémů a diagnostických prostředků pro měření obráběcích strojů. V následující kapitole je měření kruhové interpolace na horizontální frézce. Na závěr je celkové zhodnocení a posouzení.

Annotation of thesis

ROZSYPÁLEK, I. The Diagnostics - Equipment, Meters, Tools. Ostrava : Department of Manufacturing Machine and Design, Faculty of Mechanical Engineering, VSB - Technical University of Ostrava 2010, 43 p, Bachelor thesis, leasing Blata J.

Bachelor thesis deals with methods used by the company and tribotechnics Vitkovice Mechanics s.r.o. The first part outlines the tribology and issues connected with this issue. Another point relates to systems and diagnostic tools for measuring machine. The next chapter is a measurement of circular interpolation on a horizontal milling machine. In conclusion, the overall evaluation and assessment.

OBSAH

| | |
|---|-----------|
| SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ..... | 8 |
| ÚVOD..... | 9 |
| 1 REŠERŽE A ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU..... | 10 |
| 1.1 Historie a vznik společnosti..... | 10 |
| 1.1.2 Proaktivní údržba a tribotechnika..... | 11 |
| 1.1.3 Organizace tribotechniky v a.s..... | 11 |
| 1.1.4 Vedoucí technik mazání HIM a VTZ..... | 12 |
| 1.1.5 Technik mazání HIM a VTZ..... | 13 |
| 1.2 Mazání strojů a zařízení..... | 14 |
| 1.2.2 Plány mazání, návody k mazání..... | 14 |
| 1.2.3 Organizace mazacích činností..... | 15 |
| 1.2.4 Tribotechnická diagnostika, filtrování, regenerace olejů..... | 15 |
| 1.3 Technická diagnostika..... | 15 |
| 1.3.2 Filtrace a regenerace olejů..... | 17 |
| 1.3.3 Skladování oleje a maziv | 17 |
| 2 SYSTÉM PRO ZPRÁVU PORUCH A STAVU ZAŘÍZENÍ..... | 19 |
| 3 VYUŽÍVÁNÉ SYSTÉMY PRO MĚŘENÍ A KALIBRACI OBRÁBĚCÍCH | |
| STROJŮ | 23 |
| 3.1 Systém ML10 Gold Standard..... | 23 |
| 3.2 Měření CCD kamerou..... | 26 |
| 3.3 Měření s napjatou ocelovou strunou..... | 28 |
| 4 ZPRÁVA O ZKOUŠCE KRUHOVÉ INTERPOLACE..... | 32 |
| 4.1 Technická dokumentace..... | 32 |
| 4.2 Popis měření..... | 34 |
| 4.3 Použité měřicí a přístrojové vybavení..... | 35 |
| 4.4 Výsledky měření – analýza | 35 |
| 4.5 Závěr - lokalizace poruchy..... | 37 |
| 5 ZÁVĚR..... | 39 |
| 6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY..... | 40 |
| 7 PŘÍLOHY..... | 43 |

SEZNAM POUŽITÉHO ZNAČENÍ

| | |
|-------------------------|-------------------------------|
| a.s..... | akciová společnost |
| HIM..... | hmotný investiční majetek |
| VTZ..... | vyhrazené technické zařízení |
| TT..... | tribotechnika |
| s.r.o..... | společnost s ručením omezeným |
| ČSN..... | česká norma |
| Obr..... | obrázek |
| %..... | procento |
| mg..... | miligram |
| g..... | gram |
| ±..... | plus, minus |
| NS 960.05..... | oddíl Vítkovice Mechanika |
| IDP..... | dispečerský systém IDP |
| ISO..... | mezinárodní norma |
| μm | mikrometr na metr |
| mbar..... | milibar |
| CNC..... | Computer Numerical Control |
| NC..... | Numerical Control |
| °..... | stupně |
| ML10 gold standard..... | měřicí systém |
| WRD 150 CMC..... | obráběcí centrum |
| QC 10 ballbar..... | měřicí systém |
| NS 710..... | Vítkovice Mechanika |

ÚVOD

Tribodiagnostika je jedna z metod bezdemontážní diagnostiky. Jejím cílem je sledování stavu maziva z kterého můžeme získat informace o stavu objektu a stavu samotného maziva. Tribodiagnostikou se zabývají společnosti, které chtějí konkurovat na strojním trhu. Není tomu jinak ani ve společnost VÍTKOVICE MACHYNERY GROUPE. Jelikož tato společnost je rozdělena na mnoho firem, zaměříme se pouze na jeden úsek a to na Vítkovice Mechanika a.s. prozkoumáme sledování a vyhodnocování maziva v této firmě. Dále se zaměříme i na techniku mazání a úkoly spojené s touto problematikou.

V druhé části se seznámíme se systémem jež umožní posouzení stavu stroje a jeho technický stav. Díky modernizaci, která postupuje napříč podniky uvidíme přechod starého systému na novější systém.

Vedle tribotechniky je důležité znát stav přesnosti obrábění strojního parku. Pro daný účel je využívána řada systémů, které nám napomáhají zjistit tento stav. Dříve bylo nutné objednávat tyto měření u jiných firem, které se touto problematikou zabývaly. Dnes již Vítkovice Mechanika vlastní zařízení, které umožňují tato měření provádět pro svůj strojní park, ale i pro další dceřiné firmy. U měřících zařízení si uvedeme co všechno je možné měřit, vyhodnotit a pokud je to nezbytné i opravit.

Zaměříme se i na konkrétní měření stroje. Uvidíme vybraný systém při měření a následně si ukážeme celkové vyhodnocení. Samozřejmostí je doporučení, které vyplyne z výsledků celkového měření.

1 REŠERŽE A ANALÝZA SOUČASNÉHO STAVU

1.1 Historie a vznik společnosti

Vznik společnosti Vítkovice Mechanika a.s. jako samostatné společnosti je datována k 1.1.2001. Společnost vznikla sloučením útvarů údržeb jednotlivých provozů společnosti VÍTKOVICE a.s. [1]

VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. se významnou měrou podílí na zajištění bezproblémového chodu výrobních programů společností, začleněných do skupiny VÍTKOVICE MACHYNERY GROUPE. [2]

Společnost je dále rozdělena do jednotlivých skupin specializujících se na:

- NS 710 Strojírenská výroba,
- NS 720 Steel servis,
- NS 730 Hutní servis a montáže,
- NS 770 Strojírenský servis.

Další důležitou větví ve VÍTKOVICE GROUP je odbor Tribotechnika společnosti VÍTKOVICE REALITY DEVELOPMENTS. Firma se při své činnosti zaměřuje zejména na služby v oblastech výběru dodávek olejů a maziv a jejich správnou aplikaci, kontrolu kvality olejů a chladicích kapalin, zpracovávání mazacích plánů strojů a zařízení, provádění kontrol dodržování pravidel tribotechniky pro údržbu, opravy, montáž a demontáž strojních zařízení a zabezpečováním tribodiagnostiky. [3]

Strojní vybavení v a. s. VÍTKOVICE představuje značnou hodnotu základních prostředků. Efektivní využívání a prodlužování technické životnosti vyžaduje věnovat se maximální pozornosti tribotechnice. Správným způsobem zajišťovaná a prováděná tribotechnika je jedním z mnoha základních předpokladů úspěšného provozování strojů a strojního zařízení.

Tribotechnika má rozhodující vliv na technickou životnost strojů a zařízení, na jejich provozní přesnost a poruchovost, což se výraznou měrou podílí na nákladech, opravách ale

i na výrobních ztrátách způsobené neplánovaným prostojem strojů. Ovlivňuje také spotřebu elektrické energie při pohonu strojů a zařízení a v neposlední řadě náklady na maziva. Celkové náklady na neplánované prostoje a opravy strojů a zařízení v důsledku špatného nebo chybějícího mazání v praxi dosahují značných finančních hodnot.

Při rozboru poruchovosti se často zjišťuje, že nejčastější příčinou bývají jevy tribologické a tribotechnické povahy důsledkem nadměrného opotřebení, nebo zadření součástí.

Cílem správně prováděné tribotechniky je snižování tření mezi vzájemně pohybujícími se povrchy, zabránění jeho účinkům tzn. opotřebení součástí. S tím souvisí snížení výrobních ztrát jako jsou náklady na údržbu a opravu, zvýšení spolehlivosti strojů a zařízení, výrobní přesnost, hospodárnější provoz, snížení spotřeby elektrické energie a nákladů na vlastní mazání.

Organizovaná a správně prováděná tribotechnika v praxi musí směřovat k tomu, aby se pozornost přenesla z poruchové činnosti v údržbě a opravách strojů a zařízení na údržbu proaktivní tj. mimo jiné zkoumání primárních problémů vzniku opotřebení součástí, jeho předcházení důsledným uplatňováním nejmodernějších poznatků teorie a praxe tohoto oboru během vlastního provozování.

1.1.2 Proaktivní údržba a tribotechnika

Vývoj technologií je veden snahou optimalizovat tento samotný proces, hledat stále ekonomičtější a lepší řešení. Cílem těchto procesů je snaha o zvýšení účinnosti výrobních zařízení, snižování nákladů na jejich provoz, prodloužení životnosti, vyhledávání možných zdrojů poruch apod.

Racionálně prováděná tribotechnika musí zajistit minimální poruchovost strojů a souvisejícího zařízení při efektivním využití maziv. Prvním předpokladem je vhodná konstrukce strojů z hlediska techniky mazání a účelné použití přiměřených druhů mazacích soustav. Dalšími důležitými předpoklady jsou:

- Dostupnost příslušné dokumentace (plány mazání, předpisy mazání, atd.),
- Vyznačení mazacích míst,
- Používání vhodných druhů maziv pro stroje, mazací místa,
- Pravidelná kontrola jakosti a druhu maziva a provádění rozborů maziv,

- Plánování mazacích činností a materiálového zabezpečení maziv a mazacích prostředků,
- Odborné provádění mazacích činností včetně výměny náplní, jejich kontroly a doplňování,
- Sledování spotřeby maziv, rozborů spotřeby, vyhodnocování a realizace opatření.

Při optimalizaci doby výměny maziv je nutno využívat plně tribotechnickou diagnostiku. Ta svými zjišťovacími metodami a měřícími postupy dodává potřebné údaje o stavu maziva a mechanického opotřebení strojů a zařízení. Využití metody optimalizace doby výměn maziv vede ke zpomalení procesu opotřebení při zaručeném dokonalém hydrodynamickém i hydrostatickém mazání.

1.1.3 Organizace tribotechniky v a.s.

Základní organizační normou pro výkon tribotechnických činností v a.s. VÍTKOVICE je směrnice S – 512/98 – Tribotechnika.

Směrnice vymezuje základní povinnosti, jednotlivé činnosti a zodpovědnost příslušných útvarů a zaměstnanců při zabezpečení tribotechnických činností v rámci provozování hmotného investičního majetku (HIM) a vyhrazených technických zařízení (VTZ). Určuje zabezpečení dokumentace HIM a VTZ v oblasti techniky mazání, zásady hygieny, bezpečnosti práce, požární ochrany a v oblasti tribotechnické činnosti.

Pro tuto oblast jsou předepsány tiskopisy mazacích plánů.

1.1.4 Vedoucí technik mazání HIM a VTZ

Vedoucí technik mazání HIM a VTZ je zaměstnanec vykonávající tuto činnost v rozsahu působnosti celé a.s. Aktuálně dle vzniklých situací jsou konzultovány problémy s výrobcí maziv a výrobcí zařízení pro techniku mazání. Obdobně jsou řešeny problémy s dodavateli maziv a je zvažováno jejich případné využití v rámci a.s.

V současné době je velký důraz kladen na životní prostředí. Zde je nutno sledovat vývoj v oblasti biologicky odbouratelných maziv a zavádění do provozu tam, kde jsou k tomu vyhovující podmínky.

1.1.5 Technik mazání HIM a VTZ

Technici mazání HIM a VTZ jsou písemně pověřeni výkonem činnosti vedoucím dané jednotky.

Všichni technici mazání tuto činnost vykonávají s další funkcí, popř. funkcemi. Většinou se jedná o provozní techniky, mistry, technology apod.

Tito pracovníci zodpovídají a provádějí následující činnosti:

- Zabezpečení a řízení veškerých tribotechnických činností
- Vedení spotřeby evidence maziv
- Organizaci a řízení činností spojených s hospodárným využitím maziv, dodržáním příslušných předpisů a norem
- Předávání pokynů mistrům k správnému provedení tribotechnických činností
- Zajištění odběrů a dodání maziv k laboratorním rozborům
- Zajišťování sběru opotřebovaných maziv, případně jejich ekologickou likvidaci
- Seznamování mistrů, mazacích služeb a opravářů o novinkách v technice mazání
- Správné vybavení pomůckami a mazacími nástroji
- Dodržování bezpečnostních, požárních a ekologických předpisů v rámci své působnosti z hlediska TT činností
- Vedení evidence vzniku, využití a zneškodnění použitých maziv
- Výběr vhodných maziv u VTZ s ohledem na bezpečnost provozu
- Provádění kontroly správného a odborného provádění TT činností, jejich dodržování v souladu mazacími pány

1.2 Mazání strojů a zařízení

1.2.1 Plány mazání, návody k mazání

Pro všechny stroje a zařízení musí být zpracovány plány mazání. Tyto obsahují veškeré údaje potřebné pro správné mazání tj. údaje o druhu maziva, způsobu mazání, počtu mazacích míst, spotřebě maziva, mazacích lhůtách, velikosti náplní, době jejich výměny, pokyny pro mazací službu. Pro úplnost musí být tyto podklady opatřeny schématy s vyznačenými místy pro mazání.

U složitých strojů a zařízení se návody zpracovávají formou plánů mazání, pro jednoduchá zařízení formou mazacích předpisů.

Pro nově dodávaná zařízení je povinností dodavatele dodat návody k mazání, u stávajících strojů jsou postupně upravovány dle vývoje v oblasti tribotechniky.

1.2.2 Organizace mazacích činností

Na základě zpracovaných plánů mazání pro jednotlivá zařízení zpracovávají technici mazací plány vlastního provádění mazání.

Tyto plány obsahují:

- Cykly mazání jednotlivých mazacích míst
- Cykly odběru vzorku, diagnostiky, filtrace a následné výměny dlouhodobých náplní
- Cykly domazávání a doplňování maziv
- Čas potřebný k provádění samotného mazání
- spotřebu jednotlivých druhů maziv
- cykly provádění jednotlivých kontrol mazacích míst a zařízení

Zjišťování a kontrolu vlastní mazací činnosti provádí mistři daného úseku. Vlastní provádění mazacích činností provádějí buď pracovníci mazací služby, nebo obsluha daného stroje či zařízení. Vždy je nutno jednoznačně určit, které činnosti může obsluha nebo mazací služba vykonávat a které práce nesmí provádět (odběr vzorků, údržba řezných kapalin, filtrace olejů, hospodaření s mazivy atd.).

Evidence mazání jednotlivých zařízení se zaznamenává do provozních deníků, knih mazání, knih jednotlivých strojů a zařízení. Zpětná kontrola pro zmapování úniků a snížení spotřeby maziv se důsledně provádí.

1.2.3 Tribotechnická diagnostika, filtrování, regenerace olejů

Pro zajištění bezpečného a funkčního chodu strojů a výrobních zařízení je nezbytné pravidelné provádění chemických rozborů z olejových nádrží, náplní a jejich následné vyhodnocení. Toto se provádí v rámci systému tribotechnické diagnostiky a tuto evidenci vedou technici jednotlivých organizačních jednotek.

Doporučené lhůty pro provádění chemických rozborů jsou stanoveny u oběhových soustav s obsahem nad 1000 litrů oleje jednou za měsíc. U náplní od 600 do 1000 litrů oleje jednou za čtvrt roku, od 100 do 600 litrů oleje jednou za půl roku, do 100 l dle individuální potřeby. Výjimku z těchto lhůt stanoví technici mazání po konzultaci s vedoucím technikem mazání. Provádění odběrů vzorků, rozborů oleje a vedení evidence zajišťuje technik mazání. Dané pravidelné lhůty se mění při neplánovaném zásahu do olejové náplně (doplnění oleje, odstředění, sedimentace, filtrace, před a po opravě zařízení s olejovou náplní, při poruchách, závadách HIM, VTZ, olejových systémů a pod.).

Počet olejových nádrží a náplní dle velikosti pro jednotlivé organizační jednotky je uveden v příloze č.1.

1.3 Technická diagnostika

Testovacími metodami lze snadno a s dostačující přesností určit aktuální stav oleje a na základě rozboru testovacího oleje jeho chemických hodnot a mechanické znečištění rozhodnout o jeho dalším použití nebo výměně. Tribotechnická diagnostika umožňuje prodloužit dobu provozování oleje a nahradit plánované výměny olejové náplně výměnami podle skutečného stavu oleje, výrazně prodloužit životnost určitého oleje při zaručení všech jeho mazacích schopností a vlastností. Tyto metody se využívají i při kontrole nových olejů a maziv dodaných od výrobce. V podniku tribotechnickou diagnostiku

zabezpečuje především oddíl 507.20 Tribotechnika - VÍTKOVICE REALITY DEVELOPMENTS s.r.o. V menší míře je diagnostika zajišťována externě firmou Koma – Servis s.r.o. Odběr vzorků, vedení evidence a rozhodování o dalším používání oleje na základě jejich aktuálního stavu provádějí jednotliví technici mazání.

Kontrola jakosti oleje je zaměřena především na viskozitu, obsah vody, obsah mechanických nečistot, číslo kyselosti, číslo zmýdelnatění. Rozbory mohou být prováděny komplexně, pro zjištění degradace oleje, pro zjištění otěrových částí a příměsí dle požadavků techniků mazání.

Při vstupní kontrole musí hodnoty olejů odpovídat normě ČSN pro příslušné druhy maziv. Pro posuzování vzorků olejů (maziv) v průběhu provozu strojů se dovolené hodnoty posuzují podle doporučení podle maximální odchylky od normálu.

Rámcové maximální limity hodnot pro výměnu oleje

| | Běžné převodovky | Hydraulické soustavy |
|----------------------|------------------|----------------------|
| Viskozita | $\pm 10 (15) \%$ | $\pm 10 (15) \%$ |
| Kyselost | 1,5mg KOH / g | 1mg KOH / g |
| Zmýdelnatění | 2,5mg KOH / g | |
| Vázaná voda | 0,2 % | 0,2 % |
| Mechanické nečistoty | 0,1 % | 0,1 % |

Tab. 1 Rámcové maximální limity hodnot pro výměnu oleje [4]

1.3.1 Filtrace a regenerace olejů

Podle dlouhodobých mezinárodních studií zodpovídá za 84% problému s hydraulikou znečištění oleje. Druhů znečištění může být celá řada např. kovové, prachové, brusné částice, oxidační produkty oleje a produkty aditiv olejů, voda volná či vázaná.

Kvalita a čistota oleje ovlivňuje způsob mazání a stav hydraulických systémů. Při zhoršeném či nedokonalém mazání způsobené špatným stavem oleje dochází k rychlému opotřebení stroje a zařízení a nečekaným poruchám. Tyto systémy mají zvýšené tření, které způsobí nadměrné opotřebení především na kluzných plochách. Zvyšuje se spotřeba elektrické energie, výrobní přesnost klesá a snižuje se hodnota stroje.

Oleje proto udržujeme v co neoptimálnějším čistém stavu. K tomu používáme různé druhy filtrací olejů či kapalin. V praxi se používají zabudované filtry v hydraulických soustavách jako součást zařízení. Dalšími způsoby jsou filtrační agregáty nebo elektrostatické čištění olejů. V jednotlivých organizačních jednotkách se využívají jak externí tak interní renovační technologie pro oleje a maziva.

1.3.2 Skladování oleje a maziv

Pro skladování a provozování hořlavých kapalin platí norma ČSN 65 0201 - Hořlavé kapaliny a prostory pro výrobu, skladování a manipulaci. Dále platí norma ČSN 75 3415 - Ochrana vody před ropnými látkami a objekty pro manipulaci s ropnými látkami a jejich skladování.

Centrální skladování olejů a maziv pro VÍTKOVICE a.s. zajišťuje úsek NS 960.05 – Ústřední sklad chemických maziv a výrobků. Zde jsou uskladněna maziva v obalech od výrobce v sudech 200 litrových, kontejnerech 800 litrových a velkoobjemových nádržích o kapacitě 5 000 litrů.



Obr.1 Sklad maziv [5]



Obr.2 Mazivo uskladněné v sudech [6]

2 SYSTÉM PRO ZPRÁVU PORUCH A STAVU ZAŘÍZENÍ

Dispečerský systém IDP pro nahlášení závady změny stavu stroje. Obsluhující pracovník zjistí závadu na daném zařízení a neprodleně se spojí s dispečinkem. Pracovník musí zajistit následující údaje:

- Název zařízení (číslo a typ stroje),
- Popis akce a upřesnění (zde se nahlásí přesný popis závady),
- Stav zařízení (jede, jede omezeně, stojí),
- Prioritu (běžná, vysoká, nejvyšší),
- Příjmení nahlašujícího pracovníka.

Na školeném dispečerovi je rozhodnutí posouzení jakou dostane závada prioritu a dále zhodnocení, které oborově kvalifikované mistry vybere na odstranění poruchy. Pracovníci prohlédnou nahlášené místo a poruchu opraví. Pokud není v jejich kvalifikaci závadu odstranit sdělí tuto věc neprodleně dispečerovi, který zařídí další skupinu pracovníků. Po odstranění poruchy dispečer zapíše do programu odstranění poruchy.

Poruchy na strojním parku bývají charakteru:

Strojního,
Elektro,
Elektronického.

(viz příloha č.2)

Tento systém byl propojen s VÍTKOVICE HEAVY MACHINERY a.s.
VÍTKOVICE POWER ENGINEERING a.s.
VÍTKOVICE MECHANIKA a.s.

V současné době je v provozu nový a modernější informační systém jménem Helios Green. Podnikový informační systém Helios Green umožňuje spojení činností, řízených dosud v několika samostatných programech, do jednoho integrovaného systému, který sleduje veškeré aktivity společnosti. Software Helios Green přináší uživatelům kompaktní ucelené řešení, které lze nasadit v relativně krátké době s návazností na stávající informační systémy.

Podnikový informační systém Helios Green poskytuje aktuální on-line informace pro vedení společnosti – průběžné sledování nákladů a výnosů, sledování výnosnosti zakázek. Velkou výhodou je přímé propojení všech modulů systému.

Samozřejmostí je přizpůsobení informačního softwaru specifickým požadavkům. Řešení pro každého zákazníka je unikátní a vychází ze specifických potřeb konkrétní firmy. Vždy je nastaveno a případně doplněno tak, aby vyhovovalo např. požadavkům na propojení se systémy dodavatelů, pracovním postupům a existujícím procesům ve společnosti, apod. Je plně integrován s produkty firmy Microsoft a připraven k aktivní on-line komunikaci i s jinými softwarovými produkty. Zajišťuje i komunikaci a předávání potřebných informací se softwarovými produkty jiných společností, například odběratelů či dodavatelů. Uživatelské rozhraní je moderní a intuitivní, čímž zjednodušuje práci koncového uživatele i administraci celého informačního softwaru. Podnikový informační systém Helios Green je připraven růst a rozvíjet se spolu se společností a integrovat do sebe další aktivity. Poskytuje i možnost implementace a využití dalších oborových řešení, jako jsou např. Call Centrum, Controlling, Docházka a mnohé další. Informační systém Helios Green obsahuje rozsáhlé nástroje pro správu systému. Trvalý kontakt s autory systému zaručuje jeho vysokou flexibilitu, vývoj a přizpůsobování rozvoji společnosti, dceřiným společnostem a všem organizačním i legislativním změnám. Na systém je, od okamžiku předání do rutinního provozu, poskytován plný servis. Spočívá nejen v udržování provozuschopnosti a shody s platnou legislativou, v odstraňování chyb, ale i v bezprostřední reakci na organizační změny u zákazníka, v realizaci specifických dovoňů a úprav podle jeho požadavků. Podnikový informační systém Helios Green aktivně komunikuje se světem internetu. Technologický růst systému trvale rozšiřuje spektrum funkcí a nástrojů i v oblasti mobilní komunikace a integrace s dalšími softwarovými produkty.

Modul řízení a plánování výroby je určen pro středně velké a velké firmy zabývající se kusovou, sériovou či zakázkovou výrobou. Systém respektuje specifika současné moderní výroby, umožňuje časté změny ve vyráběném sortimentu, umožňuje upravovat průběžně vyráběná množství a reagovat na aktuální stav objednávek a specifických přání zákazníků. Modul výroba disponuje plnou podporou obchodního procesu a poskytuje rychle a přesné informace o dodacích lhůtách a cenách výrobku zadaných do výroby. Tyto informace jsou důležitou podmínkou, aby obchodní oddělení bylo schopno zákazníkům sdělit přesný

termín dodání a byla dodržena dohodnutá cena. Je vyvinut na platformě Microsoft NET, která umožňuje vzdálený přístup k databázím v případech, kdy je výroba rozptýlena do více lokalit. Modul je přímo integrován s dalšími moduly informačního systému Helios Green. Podporuje požadavky norem ISO. [7]

Modul výroba obsahuje:

Kalkulace nákladu a cen

Řízení výroby

- Technická příprava výroby,
- Kalkulace nákladu a cen,
- Kapacitní plánování,
- Evidence výrobních nákladu,
- Odvádění operací,
- Ekonomika výroby.



Obr.3 Moduly systému Hélios Green [8]

Tento modul je propojen se všemi celky výroby, ekonomiky a zprávy stavu stroje. Je zde možnost sledovat proces prací od vzniku poruchy až do samotného odstranění a nákup zařízení na výměnu poškozených součástí. Najdeme zde i aktuální průběh a pomůcky k odstraňování poruchy. Díky systému HELIOS GREEN je uživatel ihned schopen říci, v jaké fázi se nachází oprava. Aby byly informace co nejčerstvější klade se velký důraz na co nejpečlivější záznam. V systému se nacházejí filtry, kterými je možno zobrazit jen požadovanou část. Jako velkou výhodou oproti staršímu systému je jeho propojení se všemi zmiňovanými celky. Pracovník se rychle orientuje v systému pomocí přívětivého uživatelského prostředí.

Pro názornou představu je zde ukázaný výňatek zadávání poruchy do systému HELIOS GREEN

Zadání Poruch: stroj chvěje při kruhové interpolaci+ děl

Edice Vztahy Funkce

Zadání Údaje o záznamu

Reference: 0022974 stroj chvěje při kruhové interpolaci+děl

Priorita: Vysoká Stav: Ukončeno

Stav stroje: Jede omezeně

Hlášení: 00023160EH stroj chvěje při kruhové interpolaci+děl

Text hlášení

stroj chvěje při kruhové interpolaci+děls oval 0,2mm
Jedná se o Reklamaci dílna m.V.čelka V-Mechanika provádí výměnu převodovky.

| | | |
|----------------|----------------|--|
| Číslo stroje | 0641705-370-13 | 7 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC |
| Typ požadavku | 10 | Porucha strojn |
| Druh požadavku | PD | Poruchy |
| Zakázka | 094600379 | Poruchová údržba v NS 370 |
| Podzakázka | 0000023895DP | stroj chvěje při kruhové interpolaci+děl |

Č.F. • Ostatní místř • Ostatní VP • Ostatní VP-náze •

1. formulář Evidence hlášení Rozpiska

Polohy: 0-0/0 Označeno: 0

42.27.70 Mechanika_ostra (Lipan.Mechanika_ostra) Grossmann Tomáš 2010

Obr.4 Zadávání popisu poruchy do systému Helios Green [9]

3 VYUŽÍVÁNÉ SYSTÉMY PRO MĚŘENÍ A KALIBRACI OBRÁBĚCÍCH STROJŮ

Pro řešení nelehké úlohy optimalizace plánování oprav CNC obráběcích strojů a zajištění jejich přesnosti řešení založené na pravidelném sledování stavu strojů rychlým testem napomáhají nejrůznější přístroje. Tyto zařízení umožní zajištění co nejpřesnější výroby součástí a také vedou k co nejlepšímu stavu stroje z hlediska jeho dlouhodobé výroby.

VÍTKOVICE MECHANIKA a.s. oddíl 770 – Strojírenský servis vlastní následující zařízení:

3.1 Systém *ML10 Gold Standard*

Tento systém je kompaktní, přenosný a spolehlivý pro práci v dílenském prostředí a v kalibračních laboratořích. Laserový interferometr umožňuje provádět kalibraci přesnosti polohování a geometrických charakteristik stroje s přímou návazností na mezinárodní definici délky pomocí vlnové délky použitého laserového záření. Dosahuje vynikající stabilní garantované přesnosti lepší než $\pm 0,7 \mu\text{m/m}$ v širokém rozmezí podmínek prostředí (teplota 0 - 40°C, tlak vzduchu 750 - 1150 mbar, relativní vlhkost 0 - 95%). Měření je možno provádět s libovolným krokem a není omezeno velikostí stroje. [10]



Obr. 5 Měřicí hlavice ML10 Gold standard, kompenzační jednotka prostředí s čidly prostředí, vzduchu a materiálu [11]

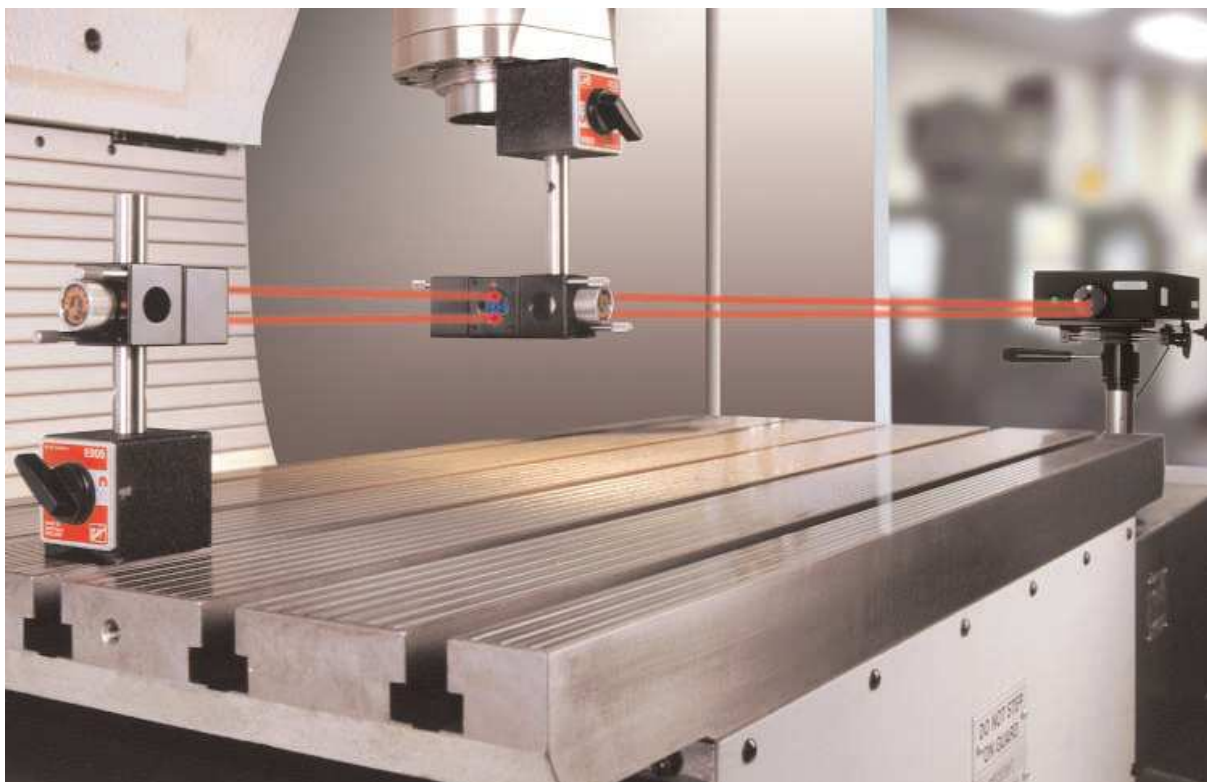
Program pro ovládání interferometru, měření a vyhodnocení výsledků Laser 10 je navržen se záměrem maximálního usnadnění použití celého systému. Přímo na obrazovce jsou umístěna stavová okna, která informují o stavu systému, intenzitě laserového svazku i o probíhajícím měření. Program je možno ovládat pomocí roletového menu, ikon v liště, které si uživatel může upravit podle svých představ nebo klávesových příkazů. Velice snadno lze také upravovat velikost a polohu jednotlivých oken na obrazovce. Uživatelé oceňují možnost přiřadit a spouštět vlastní programy přímo z hlavní nabídky. Laserový interferometr poskytuje nejvyšší přesnost a návaznost pro každý parametr polohování a geometrie stroje. [12]

Přístroj je určen ke kontrole pro:

- Kalibraci geometrie, dynamických charakteristik a přesnosti obráběcích strojů a souřadnicových měřících strojů,
- Analýzu dynamického chování strojů,
- Kalibraci lineárních a rotačních odměřovacích systémů.

Základními částmi, které lze měřit jsou:

- Přesnost polohování lineárních os (včetně možnosti kompenzace),
- Přímost vedení a příčné vůle,
- Přímočarost pojezdů,
- Rovinnost,
- Kolmost,
- Přesnost polohování rotačních os,
- Rychlost, zrychlení pohyblivých dílců.



Obr.6 Lineární polohování na ose x měřené na CNC [13]

Na obrázku je znázorněno uchycení měřicího systému Renishaw s měřicí hlavicí vysílající laserový paprsek. Paprsek se rozděluje v polarizačním děliči a dále prochází ke koutovému odrazení. Zde se vrací zpět k děliči, kde dochází ke sloučení paprsků a podle změných délek paprsků je vypočítávána náležitá odchylka. Celý proces je plně automatizován a jeho průběh je interferometrický tzn. nesmí dojít k porušení či poškození paprsku.



Nástavec pro měření polohy



Přímost vedení a příčná vůle



Rovinnost

Kolmost



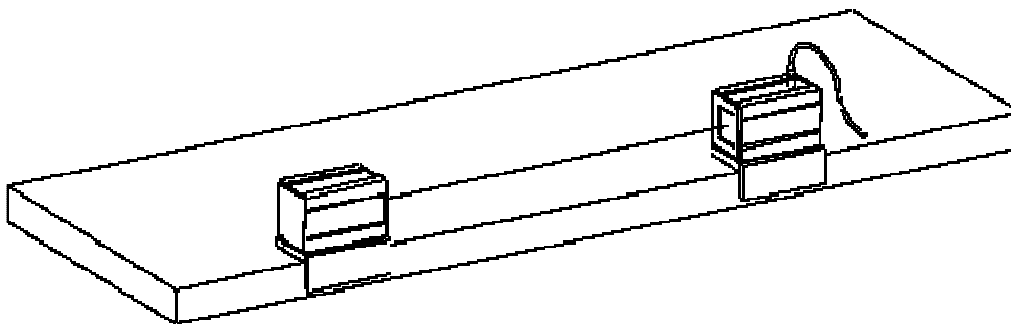
Přesnost polohování rotačních os

Přímočarost pojezdu

Obr.7 Optická měřicí zařízení pro systém ML10 Gold standard [14]

3.2 Měření CCD kamerou

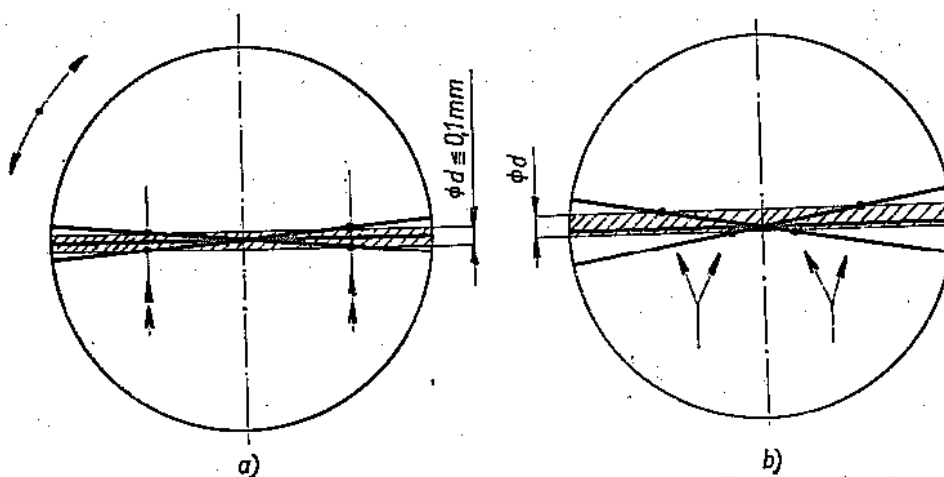
Toto zařízení je od firmy LIMTEK s.r.o. Při měření přímosti vyhodnocuje kamera CCD (Charge Coupled Device) odchylky od přímky, představované laserovým paprskem. Tyto fotocitlivé obvody převádějí dopadající světlo na elektrický náboj. Metoda se využívá pro velmi přesné měření přímosti dlouhých loží velkých obráběcích strojů o délce až 40m. Dosahovaná přesnost je $\pm 0,01$ mm.



Obr.8 Měření přímosti CCD kamerou [15]

3.3 Měření s napjatou ocelovou strunou

Jednou z dalších variant je měření pomocí mikroskopu a napnuté ocelové struny. Tato metoda je však pomalá, velmi závislá na lidském faktoru a na pracovním prostředí (pohyb vzduchu). Při dlouhých délkách obráběcích strojů se metoda s napjatou ocelovou strunou stává obtížnou, neboť otřesy v dílenském prostředí uvádějí strunu do kmitavého pohybu takže v mikroskopu se její obraz dá problematicky sledovat a odečtení úchyly je velmi nespolehlivé.



Obr.9 Obraz napjaté ocelové struny v okuláru mikroskopu při kontrole [16]

- a) obraz struny, vyrovnaný do středu nitkového kříže
- b) obraz struny, ležící mimo střed nitkového kříže



Obr.10 Mikroskop pro metodu měření napjatou ocelovou strunou [17]

3.3 Systém Renishaw

QC10 Ballbar

Toto zařízení pracuje na principu testování odchylky kruhové interpolace. Přístroj se při testu upevňuje na stroj pomocí magnetických upínačů a provádí kruhovou interpolaci 360° ve směru a proti směru hodinových ručiček. Při měření přístrojem Ballbar vykonává stroj podle CNC programu pohyb po kruhové dráze se známým poloměrem. V kloubovém spojení dochází ke stlačování a roztahování trubice. Shoda mezi naprogramovanou a skutečnou dráhou vypovídá o přesnosti stroje. Okamžitě po sejmutí dat vyhodnocovací software Ballbar vypočte zjištěné chyby stroje a zobrazí zaznamenané údaje. Celá operace

sběru a vyhodnocení dat trvá cca 20 minut. Test je možno provádět v horizontální i vertikální rovině.

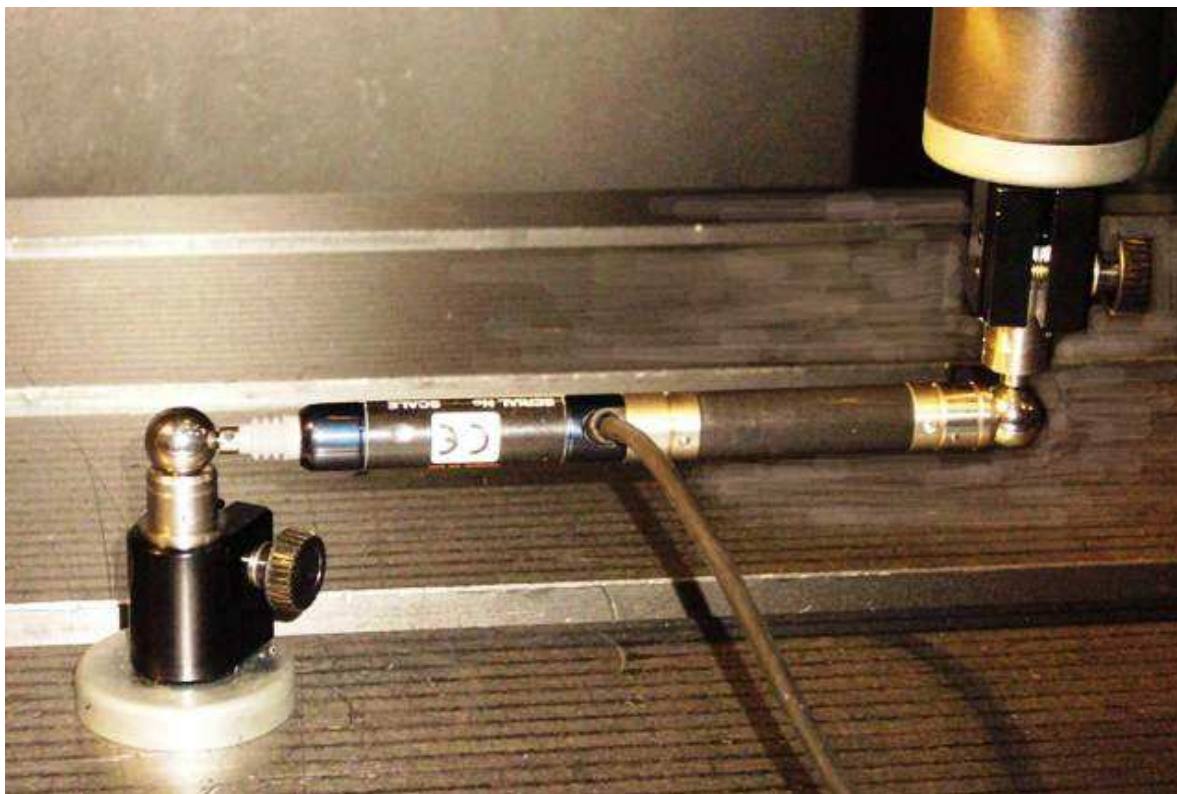
Velkým zjednodušením analýzy změřených hodnot je schopnost softwaru ihned provést pomocí matematického modelu analýzu a stanovit zdroje chyb. Tyto údaje jsou neocenitelnou pomocí pro pracovníky údržby, kteří mohou přímo řešit skutečné příčiny nepřesnosti. Na základě analýzy lze často zvýšit přesnost stroje pouhou změnou nastavení v řídicím systému namísto jeho rozebrání a opravy. Získané výsledky je možno archivovat a zobrazovat do grafů historie. Z vyhodnocení testu lze identifikovat 21 různých chyb s výpočtem, který stanovuje jaký podíl mají jednotlivé chyby na celkové naměřené odchylce. Pokud poškození není mechanické, lze úpravou parametrů odstranit jednotlivé chyby téměř okamžitě.

Test pomocí QC10 lze aplikovat na stroje, které umožňují provádět kruhovou interpolaci. Například horizontální a vertikální obráběcí centra, vodorovné vyvrtávačky, drátové řezací stroje, pálicí stroje, NC soustruhy atd.

Přístroj je velmi odolný, určený pro práci v dílenském prostředí. Získané výsledky spolu s rozbořením chyb umožňují řešit preventivní sledování trendu přesnosti strojního parku v rámci systému zabezpečení jakosti, vyhodnocovat data podle norem ISO. Výsledky analýzy jsou často využívány pro přípravu odstávky strojů i jako podklad pro optimalizaci zadávání práce na stroj podle jeho skutečných parametrů. [18]

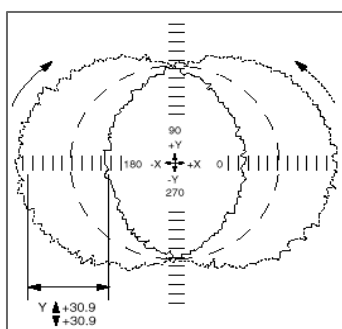


Obr.11 Kalibrační systém QC10 ballbar [19]

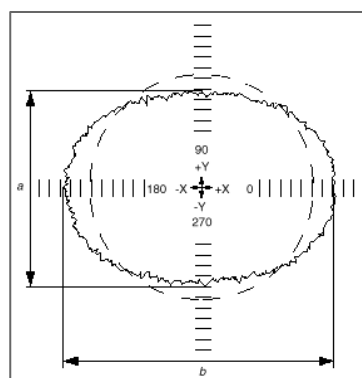


Obr.12 Fotografie snímače připraveného k měření v praxi [20]

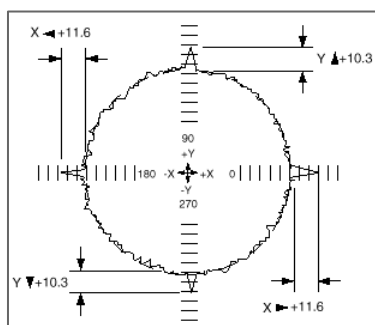
Systém je schopen rozpoznat chybu pohonů, odměřovacího systému, vůle v systémech stroje, chybu odměřování, vlečnou chybu servopohonů, kolmost, zpoždění servopohonu, cyklickou chybu, přímočarost, vůli v kuličkovém šroubu, poškození vedení stroje atd.



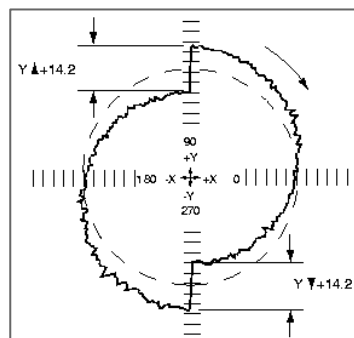
Boční vůle- odchýlení



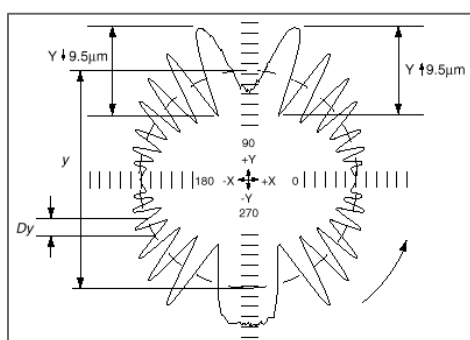
Chyba měření



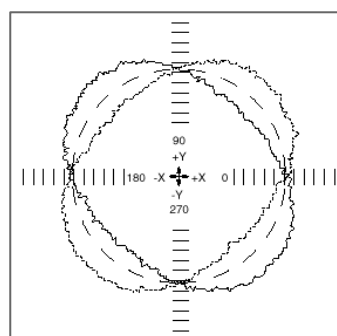
Reverzní špičky



Axiální vůle



Cyklická chyba



Neshoda serva

Obr.13 Ukázka některých diagnostikovaných chyb [21]

4 ZPRÁVA O ZKOUŠCE KRUHOVÉ INTERPOLACE

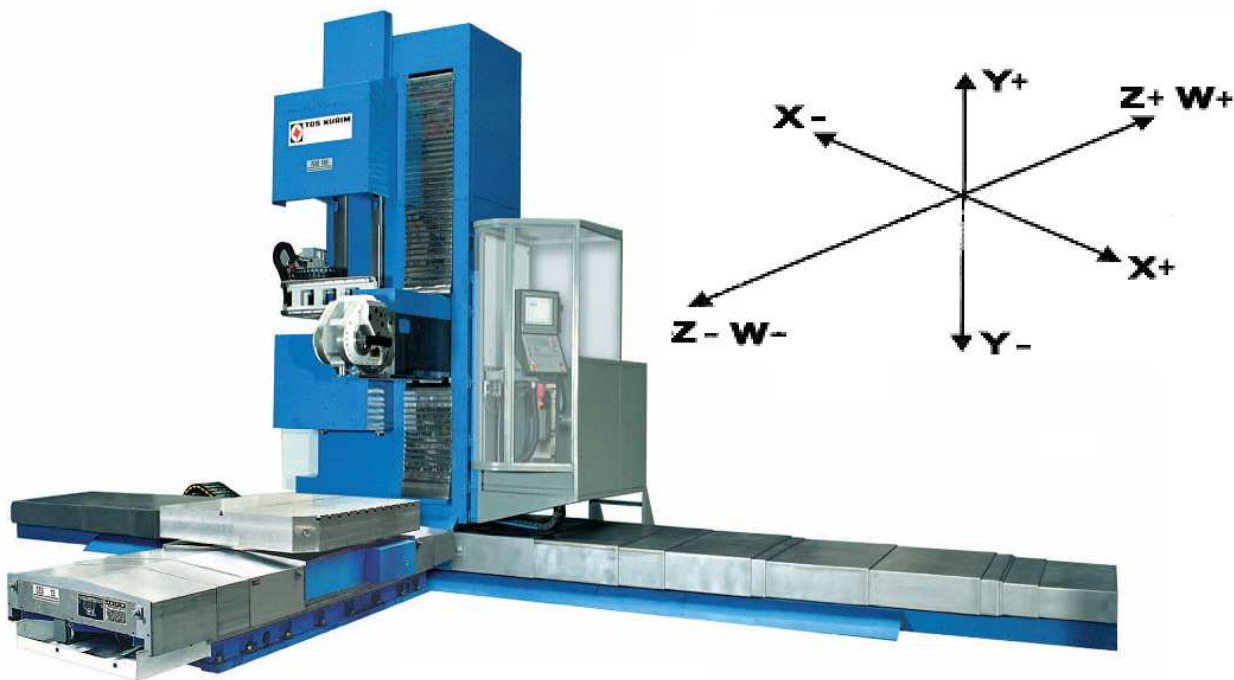
Měření se uskutečnilo na horizontální frézce se stolem WRD 150 CNC. Byla použita monitorovací technologie QC10 ballbar od firmy Renishaw. Požadovaný stroj se nachází ve společnosti Vítkovice Mechanika s.r.o. NS 710. Účelem bylo stanovit přesnost výše uvedeného obráběcího stroje, případně odstranění těchto nepřesností vhodnými korekčními prostředky.

4.1 Technická dokumentace

Zjištěné technické údaje potřebné pro analýzu případně rektifikaci obráběcího stroje jsou uspořádány do následující tabulky

| TYP OBRÁBĚCÍHO STROJE | | HORIZONTÁLNÍ FRÉZKA SE STOLEM TOS VARNSDORF WRD 150 CNC |
|--|--------------------------|---|
| Řídicí systém | | SIEMENS SINUMERIK 840D |
| Evidenční číslo - nové | | 80214 |
| Evidenční číslo - staré | | |
| Výrobní číslo | | |
| Rok výroby | | |
| “0” na ose výsledných grafů odpovídá | | Referenčnímu bodu v systému v dané ose |
| Kladný směr na ose výsledných grafů odpovídá | | Dle řídicího systému |
| Osa X | Pojezd (podélný) | 14 000mm |
| Osa Y | Pojezd (svislý) | 2 000mm |
| Osa Z | Pojezd (příčný - pinola) | 1 200mm |
| Osa W | Pojezd (vřeteno) | 500mm |

Tab. 2 – Technické parametry daného obráběcího stroje [22]

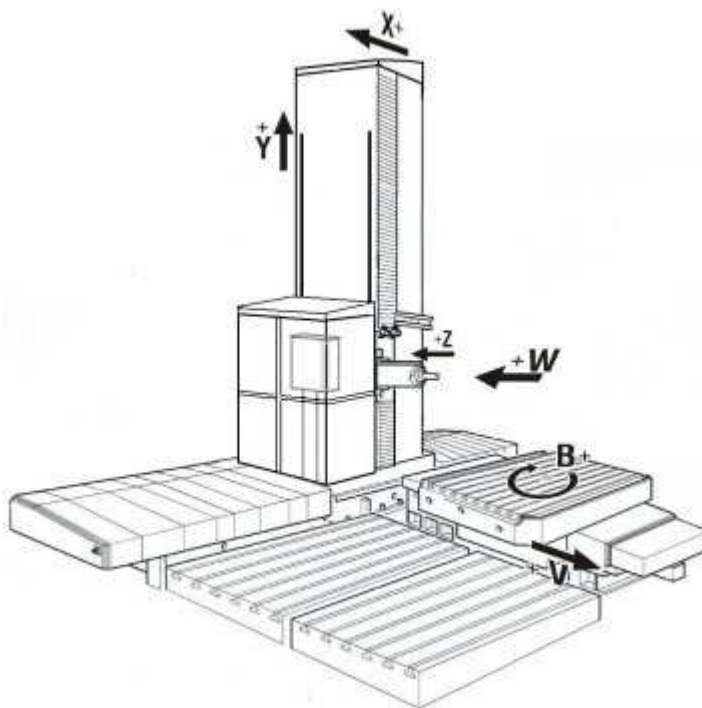


Obr.14 – Celkový pohled na obráběcí centrum a označení jednotlivých pohybových os

[23]

Stroj je určen pro přesné a vysoce produktivní souřadnicové vrtání, vyvrtávání, frézování a řezání závitů zejména obrobků velkých rozměrů a hmotností nebo prostorově členitých obrobků z litiny, ocelolitiny a oceli. Vodorovné frézovací a vyvrtávací stroje WRD 150 jsou pokrokové deskové stroje s výsuvným smýkadlem a výsuvným pracovním vřetenem. Jsou souvisle řízené ve čtyřech osách (X, Y, Z, W) řídicím systémem SINUMERIK 840D.

WRD 150 - vodorovný frézovací a vyvrtávací deskový stroj s výsuvnou pinolou a výsuvným pracovním vřetenem.



Obr.15 Osy na obráběcím stroji [24]

4.2 Popis měření

Cílem měření bylo zjištění kruhové hystereze, úchylky kruhovitosti a radiální úchylky kruhové dráhy přesnosti výše uvedeného obráběcího stroje, porovnáním přesnosti skutečné kruhové dráhy, která je tvořena současným pohybem ve dvou lineárních osách oproti jmenovité dráze.

Monitorování je prováděno vždy na nezatíženém stroji, to znamená bez obrobku.

Pro určení kruhové hystereze H musí být obě skutečné dráhy (po směru resp. proti směru chodu hodinových ručiček) měřeny po sobě v nepřetržitém sledu po referenční kružnici definované středem a poloměrem R . Výsledky a analýza měření odpovídají standardu ISO 230-4. Měření probíhá celkem dvakrát. Poprvé dochází k odhalení závad a druhé měření je provedeno po odstranění závad z důvodu kontroly opravených částí.

4.3 Použité měřicí a přístrojové vybavení

Měření byla prováděna monitorovací technologií QC10 Ballbar systém firmy RENISHAW® v. č. G55555.

Interface (rozhraní) - RENISHAW® SN: H32026

Software SINUMERIK 840D firmy SIEMENS

4.4 Výsledky měření - analýza

Ballbar diagnostika (μm)

ZX 360stup 300mm 20090831-110841

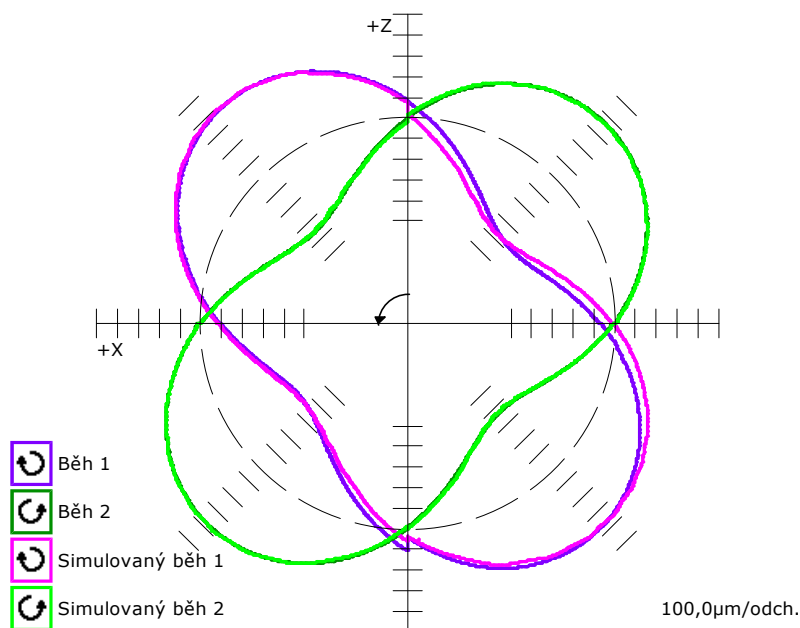
Obsluha: Dubina

Datum: 2009-VIII-31 11:08:41

RENISHAW

Stroj: Rychlý test
Přístroj: QC10 Ballbar

| Mrtvý chod (μm) | | |
|-------------------------------|----------|---------|
| Z | ▼ -38,6 | ▲ 26,9 |
| X | ► -2,0 | ◄ 0,9 |
| Zpoždění serva (μm) | | |
| Z | ▼ -11,2 | ▲ -19,2 |
| X | ► 6,8 | ◄ 11,7 |
| Příčná vůle (μm) | | |
| Z | ▼ -56,5 | ▲ -50,0 |
| X | ► -64,9 | ◄ -47,0 |
| Amplituda cyklické chyby (μm) | | |
| Z | ≈ 7,5 | 10,3 |
| X | ≈ 2,0 | 2,6 |
| Další údaje | | |
| Neshoda serva | -44,59ms | |
| Kolmost | 0,5μm/m | |
| Přímochařost Z | 64,7μm | |
| Přímochařost X | -6,1μm | |
| Relativní chyba odměřování | 85,7μm | |
| <hr/> | | |
| Kruhovitost | 768,1μm | |



Obr. 16– Graf diagnostiky kruhovitosti ve spolupracujících osách Z/X před korekcí [25]

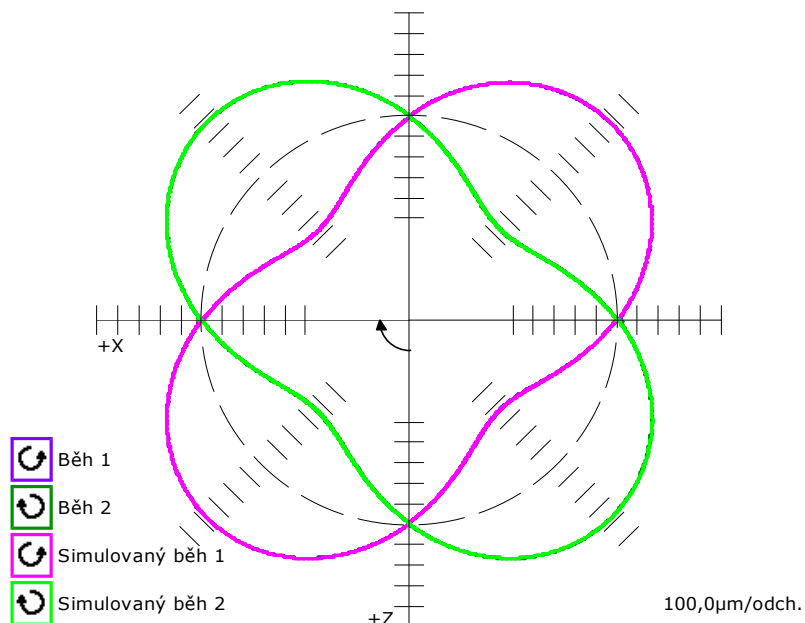
Ballbar diagnostika (μm)**ZX 360stup 300mm 20090902-112656**

Obsluha: prochazkam

Datum: 2009-IX-02 11:26:56

Stroj: Rychlý test
Přístroj: QC10 Ballbar

| Mrtvý chod (μm) | | |
|-------------------------------|----------|--------|
| Z | ▲ 0,5 | ▼ 0,9 |
| X | ◀ -2,1 | ▶ 1,0 |
| Zpoždění serva (μm) | | |
| Z | ▲ 3,8 | ▼ 2,7 |
| X | ◀ 9,9 | ▶ 11,6 |
| Příčná vůle (μm) | | |
| Z | ▲ -3,7 | ▼ -3,3 |
| X | ◀ 1,9 | ▶ 2,7 |
| Amplituda cyklické chyby (μm) | | |
| Z | ⌘ 0,8 | 0,5 |
| X | ⌘ 1,2 | 1,0 |
| Další údaje | | |
| Neshoda serva | -44,85ms | |
| Kolmost | -6,7μm/m | |
| Přímochařost Z | 5,3μm | |
| Přímochařost X | 2,7μm | |
| Relativní chyba odměřování | -8,1μm | |
| <hr/> | | |
| Kruhovitost | 754,5μm | |



Obr.18 – Graf diagnostiky kruhovitosti ve spolupracujících osách Z/X po korekci [26]

4.4 Závěr - lokalizace poruchy

Ballbar diagnostická tabulka



ZX 360stup 300mm 20090902-112656

Obsluha: prochazkam

Stroj: Rychlý test

Datum: 2009-IX-02 11:26:56

Přístroj: QC 10 Ballbar

| Chyba | Hodnota | | Nezávislá kruhovitost | | Význam chyby |
|-----------------------------|--------------|----------|-----------------------|-------|--------------|
| Mrtvý chod Z | ▲ 0,5 | ▼ 0,9μm | 0,9μm | (0%) | (12) |
| Mrtvý chod X | ▲ -2,1 | ▶ 1,0μm | 2,1μm | (0%) | (8) |
| Zpoždění serva Z | ▲ 3,8 | ▼ 2,7μm | 3,8μm | (0%) | (4) |
| Zpoždění serva X | ▲ 9,9 | ▶ 11,6μm | 11,6μm | (1%) | (2) |
| Příčná vůle Z | ▲ -3,7 | ▼ -3,3μm | 3,5μm | (0%) | (5) |
| Příčná vůle X | ▲ 1,9 | ▶ 2,7μm | 2,3μm | (0%) | (7) |
| Amplituda cyklické chyby Z | ± 0,8 | 0,5μm | 0,8μm | (0%) | (13) |
| Amplituda cyklické chyby X | ± 1,2 | 1,0μm | 1,2μm | (0%) | (11) |
| Neshoda serva | -44,85ms | | 747,6μm | (94%) | (1) |
| Kolmost | -6,7μm/m | | 2,0μm | (0%) | (9) |
| Přímochařost Z | 5,3μm | | 2,7μm | (0%) | (6) |
| Přímochařost X | 2,7μm | | 1,4μm | (0%) | (10) |
| Relativní chyba odměřování | -8,1μm | | 4,1μm | (1%) | (3) |
| Délka vlny cyklické chyby Z | 12,0000mm | | | | |
| Délka vlny cyklické chyby X | 8,0000mm | | | | |
| Vypočtený posuv | 1000,1mm/min | | | | |
| Chyba středění Z | 2,4μm | | | | |
| Chyba středění X | 2,9μm | | | | |
| Kruhovitost | 754,5μm | | | | |

Parametry testu

| | |
|-----------------------------|----------------|
| Poloměr | 300,0000mm |
| Posuv | 1000,0mm/min |
| Začátek/Konec/Úhel přejezdu | 270°/270°/180° |
| Běh | CW CCW |
| Souřadnice středu | 0,0,0 |
| Vzorkovací frekvence | 13,158Hz |

Tab. 3 – Tabulka parametrů diagnostiky kruhovitosti v rovině Z/X [27]

Vzhledem ke skutečnosti, kdy bylo požadováno dosáhnout hodnoty přímochařosti 0,03 – 0,05 mm v ose X a Z, které je v tolerančním pásmu pro daný stroj, daný stroj požadavkům vyhovuje.

Z diagnostické tabulky je patrná procentuální váha jednotlivých chyb.

Začínáme tedy od čísla jedna ve významu chyby, které nám ukazuje jako celkovou 94% chybu neshodu servopohonu. Hodnota -44.85ms je čas předbíhání jednoho servopohonu osy vůči druhému. Podle znaménka víme že osa Z předbíhá osu X. Tento negativní činitel má značný vliv na výslednou dynamiku stroje, a lze ho regulovat správným nastavením polohových parametrů v řídicím systému.

Dalším nedostatek je detekován jako relativní chyba odměřování hodnoty - 0,0081mm/m, což znamená, že naměřená hodnota ujeté dráhy stroje je menší. Tento faktor byl eliminován korekčními parametry nelineární kompenzace.

Doporučení

PROVOZ – vzhledem na kvalitu a přesnost obrábění doporučujeme provést vhodné korekční zásahy po elektronické stránce.

5 ZÁVĚR

Tribotechnika se stala nedílnou součástí údržby a kontroly strojního parku. Významnou měrou se podílí na celkovém stavu stroje. Mazací plány musí být striktně dodržovány a důsledně kontrolovány nadřízenou osobou.

Ve velkých společnostech rozdělených do dceřiných firem je nezbytné provázání jednotlivých společností. K tomuto účelu bylo využito celosvětového systému Hélios Green. Tento program nahradil starší systém IDP. Ten se vyznačoval na svou dobu velmi intuitivním prostředím. Umožňoval uživateli snadně se pohybovat ve správě nahlášených chyb. Bohužel slabinou systému byla jeho nepropojenost s jinými firemními programy. Se správou poruch u jednotlivých strojů a zařízení zatím nejsou zaznamenány problémy. Tímto se značně zpřehlednily problémy, které jsou nahlašovány a dále kontrolovány na strojích.

Zařízení a systémy pro kalibraci geometrie, dynamických charakteristik a přesnosti obráběcích strojů a souřadnicových měřících strojů jsou nedílnou součástí v péči o přesnost vyráběných součástí. Čím častěji jsou tyto zařízení kontrolovány tím předcházíme problémům s přesností daného stroje. V neposlední řadě záleží i jaké strojní vybavení je ve výrobní části podniku a podle toho se odvíjí měřící a diagnostické systémy. I přes velmi vysokou pořizovací cenu je snaha Vítkovic Mechanika a.s. pořizovat stále novější a vyspělejší systémy a tím udržovat velmi dobrý technický stav strojů. V dnešní době je velký důraz kladen na přesnost vyráběných dílů a jmenovaný podnik se touto cestou snaží obstát ve velké konkurenci na celosvětovém trhu.

U měření systémem QC10 ballbar na stroji WRD 150 CNC byla zjištěna jako nejkritičtější neshoda servopohonů. Tato závada byla odstraněna pracovníky elektroúdržby. Dále bylo zjištěno chyba na odměřování. Chyba je ovšem tak malá, že je na zvážení jestli je vůbec nutné a v možnostech trvale odstranit vzniklou poruchu.

6 SEZNAM POUŽITÉ LITERATURY

- [1] *Vítkovice Machinery Group* [online]. [cit. 2010-03-05]. Dostupné z:
<<http://www.vitkovice-mechanika.cz/default/file/download/id/5236/inline/1>>.
- [2] *Vítkovice Machinery Group* [online]. [cit. 2010-03-05]. Dostupné z:
<<http://www.vitkovice-mechanika.cz/default/file/download/id/5236/inline/1>>.
- [3] *Vítkovice Reality Developments* [online]. [cit. 2010-03-05]. Dostupné z:
<<http://reality.vitkovice.cz/25/cs/node/923>>.
- [4] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*
- [5] *Důlní strojírenská společnost s.r.o.* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:
<http://www.dss-svatava.cz/cz/obchod/oleje-maziva.htm>.
- [6] *Důlní strojírenská společnost s.r.o.* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:
<http://www.dss-svatava.cz/cz/obchod/oleje-maziva.htm>.
- [7] *Asseco solutions* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:
<http://www.assecosolutions.eu/cz/produkty/podnikovy-informacni-software-pro-velke-spolecnosti/helios-green/moduly-systemu-helios-green.html>.
- [8] *Asseco solutions* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:
<http://www.assecosolutions.eu/cz/produkty/podnikovy-informacni-software-pro-velke-spolecnosti/helios-green/moduly-systemu-helios-green.html>.

[9] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[10] *Renishaw* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://resources.renishaw.com/details/Bro%C5%BEura%3a+Kalibra%C4%8Dn%C3%AD+syst%C3%A9m+QC10%283190%29>>.

[11] *Renishaw* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://resources.renishaw.com/details/Bro%C5%BEura%3a+Kalibra%C4%8Dn%C3%AD+syst%C3%A9m+QC10%283190%29>>.

[12] *Renishaw* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://resources.renishaw.com/details/Bro%C5%BEura%3a+Kalibra%C4%8Dn%C3%AD+syst%C3%A9m+QC10%283190%29>>.

[13] *Renishaw* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://resources.renishaw.com/details/Bro%C5%BEura%3a+Kalibra%C4%8Dn%C3%AD+syst%C3%A9m+QC10%283190%29>>.

[14] *Renishaw* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://resources.renishaw.com/details/Bro%C5%BEura%3a+Kalibra%C4%8Dn%C3%AD+syst%C3%A9m+QC10%283190%29>>.

[15] *Limtek s.r.o.* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://www.limteklaser.com/tlacitko2.htm>>.

[16] PÍČ, Josef; BRENÍK, Přemysl. *Obráběcí stroje : základy konstrukce a výpočtů*. Vyd.

1. Praha : SNTL - Nakladatelství technické literatury, 1970. 508 s. : il. s. ISBN 84352.

[17] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[18] *mmspektrum* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://www.mmspektrum.com/clanek/planovani-preventivni-udrzby-obrabecich-stroju>>.

[19] *Renishaw* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://resources.renishaw.com/details/Bro%C5%BEura%3a+Kalibra%C4%8Dn%C3%AD+syst%C3%A9m+QC10%283190%29>>.

[20] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[21] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[22] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[23] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[24] *Osy na obráběcím stroji* [online]. [cit. 2010-04-05]. Dostupné z:

<<http://www.tosvarnsdorf.cz/cz/produkty/horizontalni-vyvtavacky-deskove/wrd-130-150-q/>>.

[25] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[26] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

[27] *Interní materiály firmy Vítkovice Mechanika a.s.*

7 PŘÍLOHY

Příloha 1 – Počet olejových náplní a nádrží

Příloha 2 – Výpis poruch na vodorovné vyvrtávačce W200HBNC

Příloha 3 – Zkušební protokol o měření hydraulického oleje ze stroje S 400 CNC

Příloha 4 – Mazací plán pro stroj SPK 250CNC a mazací plán - tabulka

Příloha č.1.

| MAZACÍ PLÁN - TABULKA | | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|-------------|-------------|----|-------|-------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|
| Opatření | Mazací místo | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 |
| Přezkoušení tlaku | h | 100 | 100 | | | 100 | | | | 100 | 100 |
| Doplnění oleje | h | | | | | | 1000 | 100 | 100 | | 100 |
| Čištění filtrů | h | 100 | | | | | 1000 | | | | |
| Přezkoušení a doplnění | h | 100 | | | | | | | | 100 | |
| Přimazání | h | | | 50 | 50 | | | 50 | | | |
| Výměna oleje | h | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 | | | | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 |
| Čistit a obnovit tuk | h | | | | | | | | | | |
| Mazací látka | ISO 3498 | G 68 | G 68 | | G 68 | | G 68 | G 68 | G 68 | HM 68 | G 68 |
| | DIN 51502 | CGLP 68 | CGLP 68 | | CG 68 | | CG 68 | CG 68 | CG 68 | HLP 68 | CG 68 |
| | l | 800 | 500 | | | 35+15 | 1 | 1+1,5 | 7 | 22 | 10 |
| Množství | kg | | | | | | | | | | |
| | cm ³ | | | | 10 | 50 | 100 | | | | |

| Opatření | Mazací místo | | | | | | | | | | |
|------------------------|-----------------|-------------|-------------|-------------|-------|-------------|-------|-------------|-------|-------|-------|
| | 12 | 13 | 14 | 15 | 16 | 17 | 18 | 19 | 20 | 21 | 22 |
| Přezkoušení tlaku | h | | | | | | | | | | |
| Doplnění oleje | h | | | | | 100 | | | 50 | 50 | |
| Čištění filtrů | h | | | | | | | | | | |
| Přezkoušení a doplnění | h | | | | | | | | | | |
| Přimazání | h | 1000 | | | 50 | 1000 | 50 | 1000 | | | 50 |
| Výměna oleje | h | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 | 2000 / 4000 | | 2000 / 4000 | | 2000 / 4000 | | | |
| Čistit a obnovit tuk | h | | | | | | | | | | |
| Mazací látka | ISO 3498 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 | G 68 |
| | DIN 51502 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 | CG 68 |
| | l | 20 | 2 | 20 | 25 | | | 8 | 4 | 5 | |
| Množství | kg | | | | | | | | | | |
| | cm ³ | | | | 10 | | 20 | | | | 30 |

Příloha č. 2

| Číslo poruchy | Číslo stroje-Číslo | Číslo stroje-Název subjektu | Priorita | Datum vzniku | Typ požadavku-Název subjektu | Evidence hlášení-Popis |
|---------------|--------------------|-------------------------------------|----------|--------------|------------------------------|---|
| 454 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 7.1.2009 | Porucha strojní | F4-výměna filtru hydrostatiky (Kremzer) D |
| 509 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 8.1.2009 | Porucha strojní | F - 4 vyměnit olejový filtr -Kremser |
| 987 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 14.1.2009 | Porucha elektro | F4 nejede jeřábek na stroji p.Ška |
| 1159 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 16.1.2009 | Porucha strojní | F4 vyměnit filtry hydrostatiky -Musíálek |
| 16444 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Běžná | 27.8.2009 | Porucha strojní | oprava úhlové hlavy dílna inf.p.Baron |
| 22974 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 10.12.2009 | Porucha strojní | stroj chvěje při kruhové interpolaci+děl |
| 23271 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 15.12.2009 | Porucha strojní | teče olej z upínání nástrojů(uvnitř pino |
| 23291 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 15.12.2009 | Porucha strojní | škube osa V(pojezd stolu) dílna m.Včelk |
| 23389 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 16.12.2009 | Porucha elektronická | f4 hlasi koncovy spinac X-nejede, p.Skap |
| 23473 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Běžná | 17.12.2009 | Porucha strojní | F4- signalizuje výměna filtru (Škapa) di |
| 23594 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Nejvyšší | 19.12.2009 | Porucha elektronická | 4587 F 4/po vypnutí centr.nejde nahodit |
| 23787 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Nejvyšší | 23.12.2009 | Porucha elektronická | 4587 F4/ netočí stůl, zablokovaný p.Malý |
| 23928 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Nejvyšší | 4.1.2010 | Porucha strojní | 4587 F4/ ujíždí otočný stůl, nedrží upín |
| 23982 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 5.1.2010 | Porucha strojní | 4587 F4 / sign.poruchu filtr mazání přev |
| 24131 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 7.1.2010 | Porucha elektronická | F4 nejede -Škapa |
| 24252 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 8.1.2010 | Porucha strojní | oprava stroje dle seznamu závad z přejím |
| 24256 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 8.1.2010 | Porucha elektronická | F4-Nejde upín.nástroje p.Kremzer |
| 24570 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 13.1.2010 | Porucha strojní | další uvolnění stroje pro odstranění rek |
| 24728 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 15.1.2010 | Porucha elektronická | F4 nejede, Židek |
| 25007 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Nejvyšší | 20.1.2010 | Porucha elektronická | 4587 F 4 / vykazuje por.odchylna osy W p |
| 25095 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 21.1.2010 | Porucha elektronická | F4-vyhazuje-hlídání klidového stavu, p.Z |
| 25538 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Běžná | 27.1.2010 | Porucha strojní | F4 ujíždí panel -Škapa |
| 26002 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 2.2.2010 | Porucha elektronická | f4 vyhazuje chybu, p.Kremzer |
| 26062 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Nejvyšší | 2.2.2010 | Porucha elektronická | 4587 F 4 / sign.poruchu otočného stolu p |
| 26123 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 3.2.2010 | Porucha elektronická | F4-vibruje otočný stůl(Kremzer) |
| 26261 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 5.2.2010 | Porucha elektronická | F4 - kompletně vypadla, nejde nahodit, p |
| 26303 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 5.2.2010 | Porucha strojní | F4 - velká vůle na přípravku, p.Židek |
| 26342 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 8.2.2010 | Porucha elektronická | f4 nejdou otacky, p.Kudela |
| 26441 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Nejvyšší | 9.2.2010 | Porucha elektronická | 5487 F4 / vypadl jistič výměny nástroje |
| 26521 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Běžná | 10.2.2010 | Porucha strojní | f4 oprava chladicí vody, p. Kuliha |
| 26584 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 10.2.2010 | Porucha strojní | F4 - znovu hlásí není olej v hydraulice, |
| 26615 | 0641705-370-13 | 4587 VYVRT.VODOROV.STROJ W 200 HBNC | Vysoká | 10.2.2010 | Porucha elektronická | F-4 hlásí chybu otáček p.Šk |

Příloha č.3.



Tribotechnická laboratoř
Ruská 514/41
706 62 Ostrava – Vítkovice
tel./fax.596639318

Zkušebny a laboratoře s činností uznanou SČZL s pořadovým číslem 071

ZKUŠEBNÍ PROTOKOL č. 156/9/08

Datum odběru: 23.9.2008
Firma: Vítkovice Heavy Machinery a.s.
Název stroje: S 400 CNC i.č. 5242 Nádrž KRUH NS 370
Název uzlu stroje: Hydraulika
Druh olejové náplně: HVL P 68
Doba provozu olej. náplně:

| Ukazatel jakosti | Stanoveno | Vyhodnocení |
|----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| Stanovení viskozity 40° C | 44,7 mm ² /s | Neodpovídá ISO VG 68 |
| Stanovení viskozity 100° C | | |
| Bod vzplanutí ° C | 209 | Odpovídá ukazatelům jakosti |
| Číslo kyselosti mgKOH/g | 0,55 | Odpovídá ukazatelům jakosti |
| Obsah vody % | 0 | Odpovídá ukazatelům jakosti |
| Kód čistoty dle NAS 1638 | Tř. 10 | Neodpovídá-zvýšené znečištění |
| Kód čistoty dle ISO 4406 | Tř. 18/14 | Neodpovídá-zvýšené znečištění |
| Obsah nečistot - celkem | 5-50 μm 2 248 částic/ml | |
| Druhy nečistot | Železo, prachové částice | |
| Velikost nečistot | Množství částic | |
| | 15 μm | 160 částic/ml |
| | 25 μm | 38 částic/ml |
| | 30 μm | 22 částic/ml |
| | 40 μm | 8 částic/ml |
| | 50 μm | 4 částic/ml |
| Celkové hodnocení : | | |

Vzorek zaslán dne: 24.9.2008
Rozbor zpracoval: Haburová, Gwozdová
Výsledek zaslán dne: 30.9.2008

Schválil:

Příloha č. 4.

| MAZACÍ PLÁN | | | | | | | | | | | | | | |
|--|---|--|--------------------|---------|---------------------|-------------------|--------------------|------------------|--|-------------|-------|----------------------|-----------|--------------------|
| STROJIRENSTVÍ a.s. | | | | | NS 370 | | Speciální soustruh | | | | | Inv.č. stroje : 4167 | | 121067 |
| Výrobce : | | ŠKODA PLZEŇ | | | Mazací plán pro : | | Výrobní číslo | | Sestavil : NOSAL Josef | | Datum | | 31.7.2003 | Za mazání odpovídá |
| Typ : | | SPK 250 CNC | | | Ob 21019 | | 1975 | | Schválil : FARUZEL JAN | | Datum | | 26.8.2003 | MISTR ÚSEKU |
| Poř. číslo | Skupina | Místo mazání | Způsob mazání | Tabulka | Počet mazacích míst | ** Označení místa | | Náplň v kg (l) | Termíny - cykly mazání | Mazivo druh | | | | |
| | | | | | | Plnicí otvor | Vypoušt. otvor | | | | | | | |
| 1 | Vřeteník | Hydraulický agregát | čirkulační tlakové | 1 | 1 | 1 | 800 | 31 + 15 | Termíny kontrol kvality maziva, jeho doplňování a výměny jsou popsány v příloženém mazacím plánu - Tabulka | CGLP 68 | | | | |
| 2 | | Agregát přečerpávání | centrální | | 1 | 2 | 500 | | | | | | | |
| 3 | | Upínací čelist | ručné tl.maznicí | | 4 | 4 | | | | | | | | |
| 4 | | Pohon | ručné tl.maznicí | | 4 | 5 | | | | | | | | |
| 5 | Suport | Podélný a příčný posuv | čirkulační tlakové | 2 | 2 | 7 | 35 + 15 | 1 | | | | | | |
| 6 | | Vrchní křížový suport | ruční tlakové | 13 | 8 | | 1 | | | | | | | |
| 7 | | Úzký vrchní suport | ruční tlakové | 1 | 9 | | 1 + 1,5 | | | | | | | |
| 8 | Koník | Hydraulický agregát zpevňování koniku | čirkulační tlakové | 1 | 1 | 10 | 7 | 22 | | | | | | |
| 9 | | Spodek a svršek koniku - vodící plochy | tlakové mazání | 2 | 11 | | | | | | | | | |
| 10 | | Oločná hrotová objímka | olejová lázeň | 1 | 12 | | 10 | | | | | | | |
| 11 | | Posuvová skříň koniku | olejová lázeň | 1 | 13 | | 20 | | | | | | | |
| 12 | | Převodová skříň koniku | olejová lázeň | 1 | 1 | 14 | 20 | | | | | | | |
| 13 | Pohon pinoly | olejová lázeň | 1 | 15 | | 20 | | | | | | | | |
| 14 | Opěra pulzační | ručné tl.maznicí | 3 | 16 | | 0,1 | | | | | | | | |
| 15 | Opěra pulzační - vodící plochy | ruční tlakové | 2 | 17 | | 4 | | | | | | | | |
| 16 | Opěry | Opěra pulzační - převody | olejová lázeň | 1 | 1 | 17 | 25 | | | | | | | |
| 17 | | Opěra kluzná | ručné tl.maznicí | 9 | 18 | | 0,1 | | | | | | | |
| 18 | | Opěra kluzná - převody | olejová lázeň | 1 | 19 | | 8 | | | | | | | |
| 19 | | Opěra kluzná - vodící plochy | ruční tlakové | 2 | 20 | | 4 | | | | | | | |
| 20 | Vrtací a frézovací zařízení - automatické mazání vodících ploch | | | 2 | 2 | 21 | 4 | | | | | | | |
| 21 | Vrtací a frézovací zařízení - ruční tlaková maznice | | | 12 | 22 | 0,1 | | | | | | | | |
| Poznámky : HLP = hydraulické oleje tř. HM CGLP = oleje pro kluzná vedení s vysokou přísadou vyhovující i CLP + HLP CLP = průt. převodové oleje | | | | | | | | | | | | | | |